

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-273924  
(43)Date of publication of application : 08.10.1999

(51)Int.CI.

H01F 1/20

(21)Application number : 10-090713

(71)Applicant : KANKYO DENJI GIJUTSU KENKYUSHO:KK  
TDK CORP

(22)Date of filing : 20.03.1998

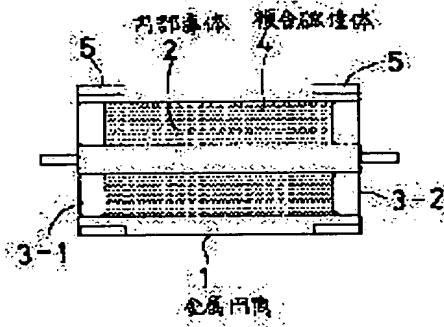
(72)Inventor : AKINO NAOHARU  
TANAKA TAKASHI  
SASAKI HIDENORI  
AKACHI YOSHIAKI

## (54) THROUGH TYPE EMI FILTER

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a through type EMI filter, wherein with a simple and low-cost structure, conductivity EMI which extends from MHz band to GHz band is properly removed and capable of being suppressed.

SOLUTION: An internal conductor 2 is coaxially provided so as to penetrate the center of a metal cylinder 1 as a cylindrical external conductor, a composite magnetic body 4 whose main component is Si-Fe magnetic powder is provided between the metal cylinder 1 and the internal conductor 2, and both end opening parts of the metal cylinder 1 are closed with insulating resin lids 3-1 and 3-2 which support the internal conductor 2 in penetrated state. At both end parts of outer peripheral surface of the metal cylinder 1, a threaded part 5 is formed for attaching the case of an electronic device, etc., or connecting a coaxial connector, etc.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 23.03.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2884512

[Date of registration] 12.02.1999

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-273924

(43) 公開日 平成11年(1999)10月8日

(51) Int. C1. 6

H 01 F 1/20

識別記号

F I

H 01 F 1/20

審査請求

有 請求項の数 3

F D

(全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平10-90713

(22) 出願日 平成10年(1998)3月20日

(71) 出願人 596183206

株式会社環境電磁技術研究所  
宮城県仙台市青葉区南吉成6丁目6番地の3

(71) 出願人 000003067

ティーディーケイ株式会社  
東京都中央区日本橋1丁目13番1号

(72) 発明者 秋野 直治

宮城県仙台市青葉区中山台4丁目14番4号

(72) 発明者 田中 隆

宮城県仙台市青葉区川平4丁目20番34号201

(74) 代理人 弁理士 村井 隆

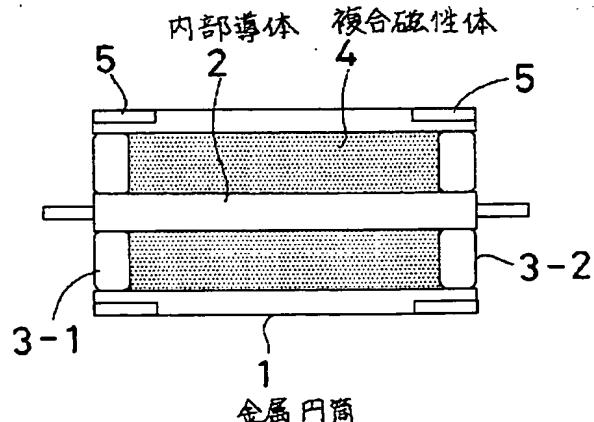
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】貫通形EMIフィルタ

(57) 【要約】

【課題】 簡素で低コストの構造によりMHz帯からGHz帯に至る伝導性EMIを良好に除去、抑圧可能な貫通形EMIフィルタを提供する。

【解決手段】 円筒状外部導体としての金属円筒1の中心を貫通する如く内部導体2を同軸状に配置し、Si-F<sub>e</sub>系磁性体粉末を主成分とする複合磁性体4を前記金属円筒1と前記内部導体2間に配設し、前記金属円筒1の両端開口部を前記内部導体2を貫通状態で支持する絶縁樹脂製蓋体3-1, 3-2で閉塞した構成である。



$$f_0 = \frac{3 \times 10^{10}}{0.82 \times D \times \sqrt{\epsilon}} \text{ (Hz)} \quad \cdots (2)$$

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 円筒状外部導体の中心を貫通する如く内部導体を同軸状に配置し、S i - F e 系磁性体粉末を主成分とする複合磁性体を前記外部導体と前記内部導体間に配設したことを特徴とする貫通形EMIフィルタ。

【請求項2】 前記円筒状外部導体の両端開口部が前記内部導体を貫通状態で支持する絶縁性蓋体で閉塞されている請求項1記載の貫通形EMIフィルタ。

【請求項3】 前記内部導体の周囲にフェライトビーズがさらに配設されている請求項1又は2記載の貫通形EMIフィルタ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、金属磁性体粉末と結合材とからなる複合磁性材料をフィルタ用素子とした貫通形EMIフィルタに係るもので、特に、交流及び直流の電源ライン、信号ライン、コントロールライン等に用いて高周波(MHz帯からGHz帯にわたる)の伝導性の電磁妨害雑音(以降、伝導性EMIと略記)を抑圧する為に適した性能を持ち、簡易な構造の貫通形EMIフィルタに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来のこの種の貫通形EMIフィルタとしては、図12の従来例1の如く円筒形状の貫通形コンデンサ31にフェライトビーズ32を組み合わせたもの(実公昭57-40512号、実公昭57-40515号等)、図13の従来例2の如く円板形状の貫通形コンデンサ33にフェライトビーズ34を組み合わせたもの(実公平3-748号)がある。

【0003】 円筒形状あるいは円板形状の貫通形コンデンサはリード線を持たないためリード線の持つインダクタンスに基く自己共振はないが、形状面での自己共振があり、図14の円筒形状の貫通形コンデンサでは共振周波数 $f_0$ は以下の式(1)で示される。

## 【0004】

## 【数1】

$$f_0 = \frac{3 \times 10^{10}}{2 \times L \times \sqrt{\epsilon}} \text{ (Hz)} \quad \cdots (1)$$

ここで、L: 電極の長さ(cm)、 $\epsilon$ : セラミックの誘電率である。試算例としてL=1cm、 $\epsilon$ =5700であるとき、共振周波数 $f_0=198MHz$ となる。また、図15の円板形状の貫通形コンデンサでは共振周波数 $f_0$ は以下の式(2)で示される。

## 【0005】

## 【数2】

ここで、D: 電極の直径(cm)、 $\epsilon$ : セラミックの誘電率である。試算例としてD=1cm、 $\epsilon$ =5700であるとき、共振周波数 $f_0=484MHz$ となる。

【0006】 図12、図13の従来例1、2では、上述した如く形状面での自己共振現象に起因して貫通形コンデンサのリアクタンスの周波数特性が図16のようになり、伝導性EMIの周波数がGHz帯に及ぶ場合にフィルタ素子としての機能が劣化する。また、フェライトビーズ、つまり焼結体のフェライトは、図17の試料A、B、Cの複素比透磁率( $\mu r' - j \mu r''$ )の周波数特性からわかるように、周波数が高くなると複素比透磁率において分散現象をもたらし、虚数部( $\mu r''$ )の山なり現象を見るものの直列インピーダンス素子としての機能が劣化する。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、近年、デジタル回路を使用した電子機器に例をみると、クロック周波数が数百MHzと高くなり、その高調波による電磁妨害雑音の周波数成分はGHz帯にまで及ぶ。電源ライン、信号ライン、コントロールラインに重畠される高周波の成分は前述のラインを伝導した後、機器の外部へ伝導性EMIとして漏洩し、更にはラインから空間へ放射される。

【0008】 このような高周波成分を抑圧するため、機器の筐体部を遮蔽構造とし、前述の各ラインに貫通形構造のEMIフィルタを装着する方法があるが、従来例1、2に示した貫通形フィルタでは、GHz帯での伝導性EMIの除去効果が不十分となる問題ある。

【0009】 本発明は、上記の点に鑑み、簡素で低コストの構造によりMHz帯からGHz帯に至る伝導性EMIを良好に除去、抑圧可能な貫通形EMIフィルタを提供することを目的とする。

【0010】 本発明のその他の目的や新規な特徴は後述の実施の形態において明らかにする。

## 【0011】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため、本発明の貫通形EMIフィルタは、円筒状外部導体の中心を貫通する如く内部導体を同軸状に配置し、S i - F e 系磁性体粉末を主成分とする複合磁性体を前記外部導体と前記内部導体間に配設した構成としている。

【0012】 前記貫通形EMIフィルタにおいて、前記円筒状外部導体の両端開口部が前記内部導体を貫通状態で支持する絶縁性蓋体で閉塞される構成としてもよい。

【0013】 前記内部導体の周囲にフェライトビーズがさらに配設された構成としてもよい。

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る貫通形EMIフィルタの実施の形態を図面に従って説明する。

【0015】図1は本発明による貫通形EMIフィルタの基本構造を示す第1の実施の形態の正断面図、図2は同側面図である。これらの図に示すように、円筒状外部導体として、黄銅等の金属円筒1を用い、その中心に同軸状に内部導体（中心導体）2を配置して同軸管を構成し、この同軸管の一端にPBT（ポリブタジエンテレフタレート）等の絶縁樹脂製蓋体3-1を配する。もう一方の端から複合磁性体（加熱成型物）4を挿入後、蓋体3-1と同様の絶縁樹脂製蓋3-2で封止する。絶縁樹脂製蓋3-1, 3-2は複合磁性体4を脱落しないよう金属円筒1の両端開口を閉塞して保持するとともに前記内部導体2を貫通状態で同軸状に支持する。前記金属円筒1の外周面両端部には電子機器の筐体等に装着するため、あるいは同軸コネクタを接続するため等に用いる螺子部5が形成されている。

【0016】この場合、複合磁性体4は予め成型したものを使用する代わりに、磁性体粉末及び樹脂粉末を配合、混練した複合磁性材料を前記同軸管内に加圧、充填した後、加熱硬化させても良い。

【0017】前記複合磁性体4には高周波（MHz帯からGHz帯）において、複素比透磁率（ $\mu r' - j \mu r''$ ）及び複素比誘電率（ $\epsilon r' - j \epsilon r''$ ）の大きく取れる長さ40～50μm、幅10μm、厚さ10μm程度の鱗片状のSi-Fe系合金の磁性体粉末と成型性、熱安定性を持ち、安価なポリエステル系樹脂を結合材として用いた複合磁性材料を所定形状（本実施の形態では円筒状）に加熱、硬化させて用いる。但し、複合磁性体4を予め加熱成型する場合、磁性体粉末及び樹脂粉末の重量配合比率は成型性の点から上限が約80:20である。

重量配合比率は成型性の点から上限が約80:20である。

$$\alpha = 3 \times f \times \sqrt{\mu_r' \cdot \epsilon_r'} \left[ \sqrt{(\tan^2 \delta_x + 1)(\tan^2 \delta_d + 1)} + \tan \delta_x \cdot \tan \delta_d - 1 \right]^{1/2} [dB/cm]$$

ここで、f : 周波数 (GHz)

$$\tan \delta_x = \frac{\mu_r''}{\mu_r'}$$

$$\tan \delta_d = \frac{\epsilon_r''}{\epsilon_r'}$$

【0023】基本的な第1の実施の形態で説明したように、この貫通形EMIフィルタによれば、次の通りの効

\*る。また、前記同軸管内に磁性体粉末及び樹脂粉末を加圧、充填後、加熱、硬化させる構成では、磁性体粉末及び樹脂粉末の重量配合比率を95:5程度まで上げることができる。なお、磁性体粉末の配合比率の下限は十分な減衰量を確保するために50重量%以上必要である。50重量%未満では磁性体としての特性が大きく低下する。

【0018】この複合磁性体4（磁性体粉末80重量%、結合材粉末20重量%）の持つ複素比透磁率及び複素比誘電率の周波数特性は図3及び図4に示したとおりである。図3に示す複素比透磁率（ $\mu r' - j \mu r''$ ）は、GHz帯での減衰量の点からすると、高い周波数領域までなるべく大きな値を示すことが要求され、1GHzで複素比透磁率の実数部 $\mu r'$ が3以上、虚数部 $\mu r''$ が2以上であることが好ましい。

【0019】この複合磁性体を同軸管内に挿入した図1の実施の形態の構造の貫通形EMIフィルタの挿入減衰量の周波数特性を、図5のネットワークアナライザを用いた2ポート法により測定した結果は図6に示したとおりである。但し、複合磁性体4の同軸管軸方向における長さを5mm、10mm、20mm、40mmに変えて挿入減衰量を測定した。

【0020】この貫通形EMIフィルタは分布定数回路とみなせ、単位長（微小長さといった方が良いかも知れないが）当たりの等価回路は図7に示したとおりである。

【0021】この貫通形EMIフィルタの挿入減衰量 $\alpha$  [dB]は次式で表される。

【0022】

【数3】

果を得ることができる。

【0024】(1) 交流及び直流の電源ライン、信号ラ

イン、コントロールライン等を伝導する伝導性EMIに対して、高い周波数（特に、GHz帯）で、大きな挿入減衰特性を持つ。

【0025】従来のフェライトビーズと円筒あるいは円板形のセラミック貫通コンデンサとを組み合わせた貫通形EMIフィルタでは、複素比透磁率の分散が生じる周波数が低く、（初透磁率100の場合40MHz位）その過程で生じる複素比透磁率の虚数部（ $\mu r''$ で吸収損失に効果を持つ）の山なり現象も低い周波数（初透磁率100の場合、60MHz位）で現れ、GHz帯になるとフェライトビーズの存在価値がなくなる。

【0026】また円筒あるいは円板形セラミック貫通コンデンサもGHz帯になると形状面からの共振現象を起こし、リアクタンスが容量性から誘導性に変わり、伝導性EMIの抑圧特性と係わりを持つ挿入減衰特性の劣化を招く。

【0027】これに対し、本発明の実施の形態にて示した貫通形EMIフィルタは基本的に分布定数回路であり、集中定数回路構成である従来の貫通形EMIフィルタのような共振現象は現れない。Si-Fe系磁性体も複合磁性体とすることにより、 $\mu r''$ を高い周波数まで保持させることができ、それに伴い、 $\mu r''$ の山なりの現象も高周波化でき、結果としてMHz帯からGHz帯における挿入減衰特性を良好なものにすることができる。

【0028】(2) 簡素な構造であるため、特性のバラツキを少なくすることができます。

【0029】従来のフェライトビーズと円筒あるいは円板形のセラミック貫通コンデンサとを組み合わせた貫通形EMIフィルタでは素子数が多くなり、特性のバラツキが出る。

【0030】(3) 簡素な構造で、組立容易であるため、コスト低減が可能である。

【0031】従来のフェライトビーズと、円筒あるいは円板形のセラミック貫通コンデンサを用いたものは組立構造が複雑になると同時にセラミック貫通コンデンサを外部導体及び内部導体に半田付け等の手法で電気的に接続する必要があり、結果としてコスト高になる。

【0032】図8は第1の実施の形態に示した貫通形EMIフィルタを用いたゾーンの分離によるEMI対策を説明するものである。電子機器の筐体部を遮蔽構造、すなわちシールド1とし、屋内のゾーン1と電子機器内のゾーン2とを遮蔽し、交流及び直流の電源ライン、信号ライン、コントロールライン等に貫通形EMIフィルタ10を装着する。また、ゾーン2内の特定のユニットのゾーン3をシールド2で遮蔽し、前述の各ラインに貫通形EMIフィルタ10を装着する方法が取られる。

【0033】図9は第1の実施の形態に示した貫通形EMIフィルタ10の導電性の遮蔽隔壁への取付構造を説明するものである。図9(A)では外部導体としての金

属円筒1に螺子止め用金属製鍔11を設けて、遮蔽隔壁20に対してビス21で固定している。同図(B)では外部導体としての金属円筒1を、遮蔽隔壁22の貫通穴に押し込み、金属円筒1を遮蔽隔壁22の貫通穴に圧接させている。同図(C)では金属円筒1の外周面中間部に雌螺子部12を設けて遮蔽隔壁23にナット24で固定している。なお、図示は省略したが、金属円筒にはんだ付けのための金属製鍔を一体化する構造としてもよい。

【0034】なお、上記第1の実施の形態では、複合磁性体4の構成要素として鱗片状のSi-Fe系合金の磁性体粉末を用いたが、GHz帯での減衰量が確保できるのであれば、Si-Fe系合金磁性体粉末形状は必ずしも鱗片形状でなくともよい。

【0035】図10は本発明の第2の実施の形態を示す。この場合、金属円筒1の中心に同軸状に内部導体2を配置して同軸管を構成し、この同軸管の一端にPBT等の絶縁樹脂製蓋3-1を配する。もう一方の端から複合磁性体（加熱成型物）4及び円筒状焼結フェライト20からなるフェライトビーズ8を順次挿入後、蓋体3-1と同様の絶縁樹脂製蓋3-2で封止する。絶縁樹脂製蓋3-1、3-2は複合磁性体4及びフェライトビーズ8を脱落しないように金属円筒1の両端開口を閉塞して保持する。この場合、複合磁性体4は予め成型したものを使用する代わりに、磁性体粉末及び樹脂粉末を配合、混練した複合磁性材料を、フェライトビーズ配置済みの同軸管内に加圧、充填した後、加熱硬化させても良い。なお、フェライトビーズは高周波帶用として適するNi-Zn系等のものを用いることが望ましい。

【0036】なお、その他の構成は前述した第1の実施の形態と同様である。

【0037】この第2の実施の形態では、鱗片状のSi-Fe系合金の磁性体粉末を配合した複合磁性体4とフェライトビーズ8の両者を多連状に同軸管内に配置することで、複合磁性体4でGHz帯での十分減衰量を確保するとともにフェライトビーズ8によりMHz帯での減衰量を十分確保することができる。

【0038】図11は本発明の第3の実施の形態を示す。この場合、金属円筒1の中心に同軸状に内部導体2を配置して同軸管を構成し、この同軸管の一端にPBT等の絶縁樹脂製蓋3-1を配する。もう一方の端から小径の円筒状焼結フェライトからなるフェライトビーズ8及び大径の円筒状複合磁性体（加熱成型物）4を同軸配置で挿入後、蓋体3-1と同様の絶縁樹脂製蓋3-2で封止する。絶縁樹脂製蓋3-1、3-2は複合磁性体4及びフェライトビーズ8を脱落しないように金属円筒1の両端開口を閉塞して保持する。この場合、複合磁性体4は予め成型したものを使用する代わりに、磁性体粉末及び樹脂粉末を配合、混練した複合磁性材料を、フェライトビーズ配置済みの同軸管内に加圧、充填した後、

加熱硬化させても良い。

【0039】なお、その他の構成は前述した第1の実施の形態と同様である。

【0040】この第3の実施の形態では、小径のフェライトビーズ8を内部導体2の周囲に配置し、さらに鱗片状のSi-Fe系合金の磁性体粉末を配合した大径円筒状の複合磁性体4をフェライトビーズ8の外周側で同軸状に金属円筒1内に配置することで、複合磁性体4でGHz帯での減衰量を十分確保するとともにフェライトビーズ8によりMHz帯での減衰量を十分確保することができる。

【0041】以上本発明の実施の形態について説明してきたが、本発明はこれに限定されることなく請求項の記載の範囲内において各種の変形、変更が可能なことは当業者には自明であろう。

【0042】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る貫通形EMIフィルタによれば、円筒状外部導体の中心を貫通する如く内部導体を同軸状に配置し、Si-Fe系磁性体を主成分とする複合磁性体を前記外部導体と前記内部導体間に配設したので、交流及び直流の電源ライン、信号ライン、コントロールライン等を伝導する伝導性EMIに対して、高い周波数にまで（特に、GHz帯にまで）、大きな挿入減衰特性を持つことができる。

【0043】また、簡素な構造で、部品点数が少なく、組立容易で、特性のバラツキを少なくすることができ、低コストで製造可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る貫通形EMIフィルタの基本構成を示す第1の実施の形態の正断面図である。

【図2】同側面図である。

【図3】第1の実施の形態で用いる複合磁性体の複素比透磁率の周波数特性を示すグラフである。

【図4】第1の実施の形態で用いる複合磁性体の複素比誘電率の周波数特性を示すグラフである。

【図5】第1の実施の形態に示した貫通形EMIフィルタの挿入減衰特性の測定法を示す説明図である。

【図6】第1の実施の形態に示した貫通形EMIフィル

タの挿入減衰特性の周波数特性を、複合磁性体長さ5mm、10mm、20mm、40mmについて測定したグラフである。

【図7】第1の実施の形態に示した貫通形EMIフィルタの等価回路図である。

【図8】ゾーン分離によるEMI対策を示す説明図である。

【図9】第1の実施の形態に示した貫通形EMIフィルタの取付構造を示す説明図である。

【図10】本発明の第2の実施の形態を示す正断面図である。

【図11】本発明の第3の実施の形態を示す正断面図である。

【図12】貫通形EMIフィルタの従来例1を示す正断面図である。

【図13】貫通形EMIフィルタの従来例2を示す正断面図である。

【図14】円筒貫通形セラミックコンデンサが形状による共振周波数を持つことを示す説明図である。

【図15】円板貫通形セラミックコンデンサが形状による共振周波数を持つことを示す説明図である。

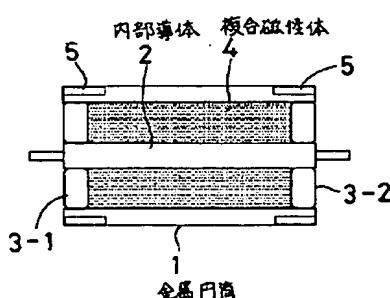
【図16】貫通形コンデンサのリアクタンスの周波数特性を示すグラフである。

【図17】フェライトの複素比透磁率の周波数特性を示すグラフである。

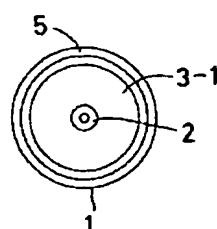
【符号の説明】

- 1 金属円筒
- 2 内部導体
- 3-1, 3-2 絶縁樹脂製蓋体
- 4 複合磁性体
- 5 螺子部
- 8, 32, 34 フェライトビーズ
- 10 貫通形EMIフィルタ
- 11 鍔
- 20, 22, 23 遮蔽隔壁
- 21 ビス
- 24 ナット
- 31, 33 貫通形コンデンサ

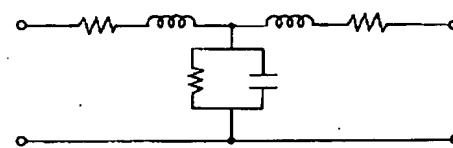
【図1】



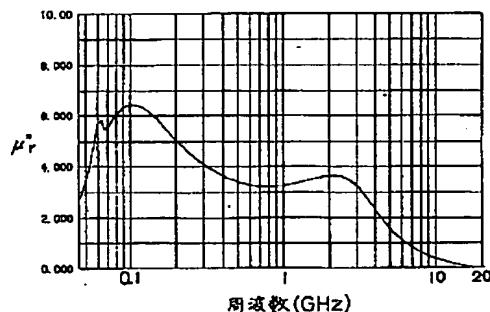
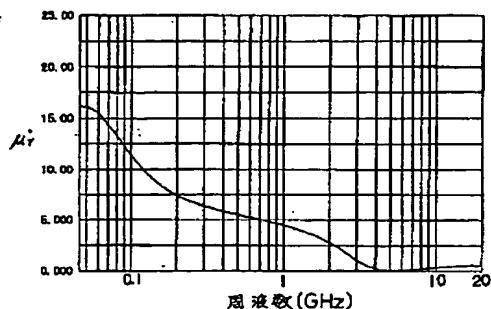
【図2】



【図7】

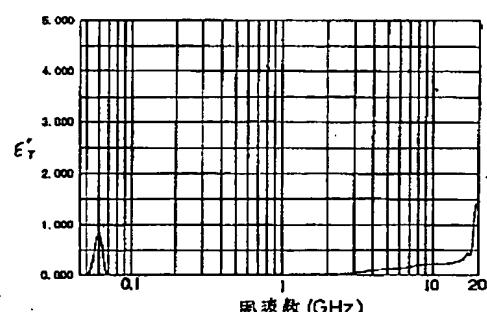
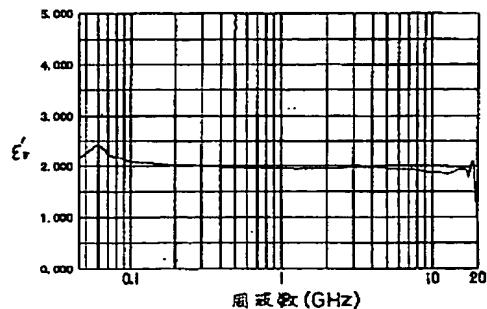


【図3】



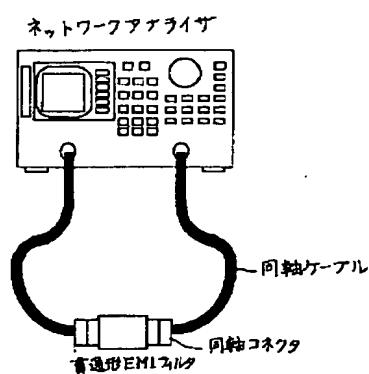
複合磁性体の複素比透磁率の周波数特性

【図4】



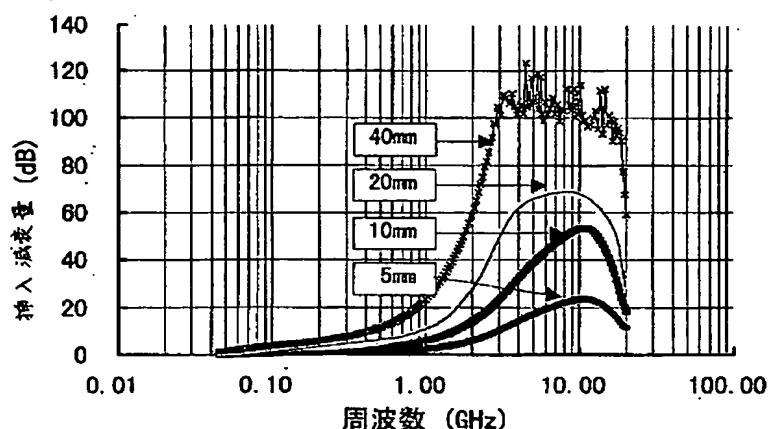
複合磁性体の複素比誘電率の周波数特性

【図5】

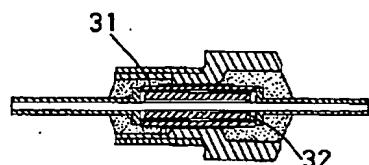


【図12】

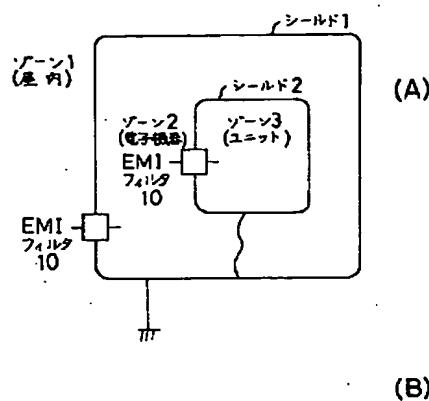
【図6】



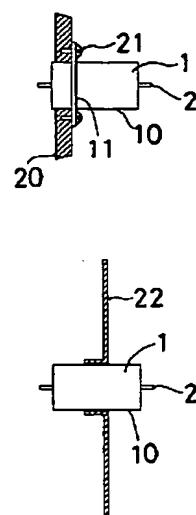
対地絶縁形EMIフィルタの挿入減衰量の周波数特性



【図8】



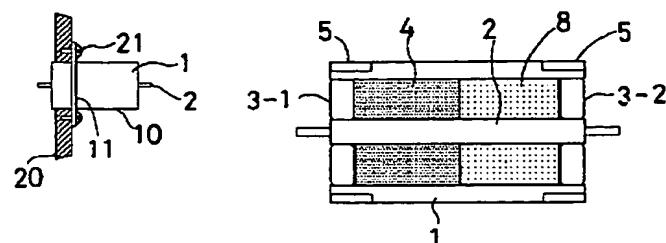
【図9】



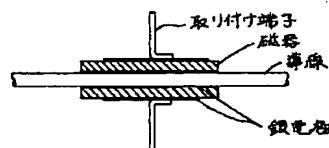
(B)

(C)

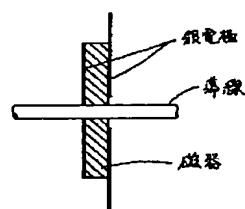
【図10】



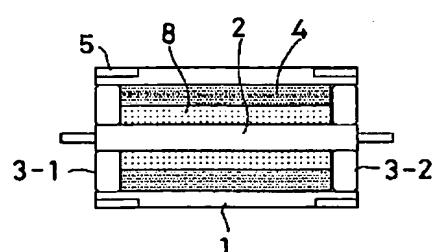
【図14】



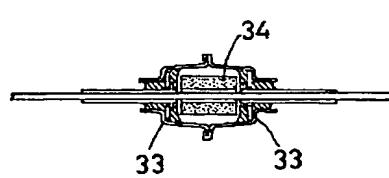
【図15】



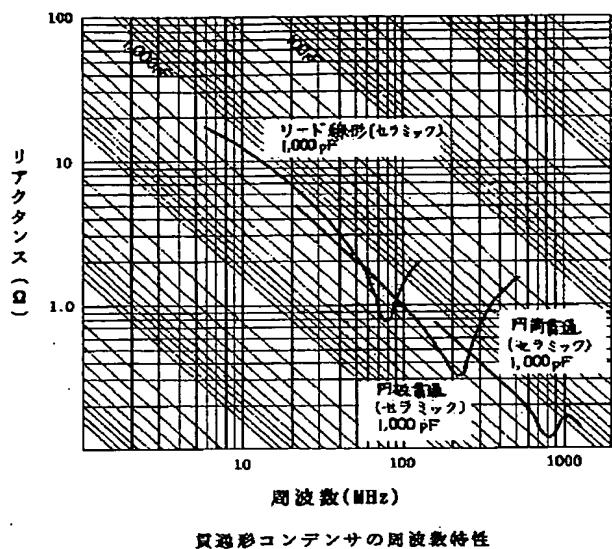
【図11】



【図13】

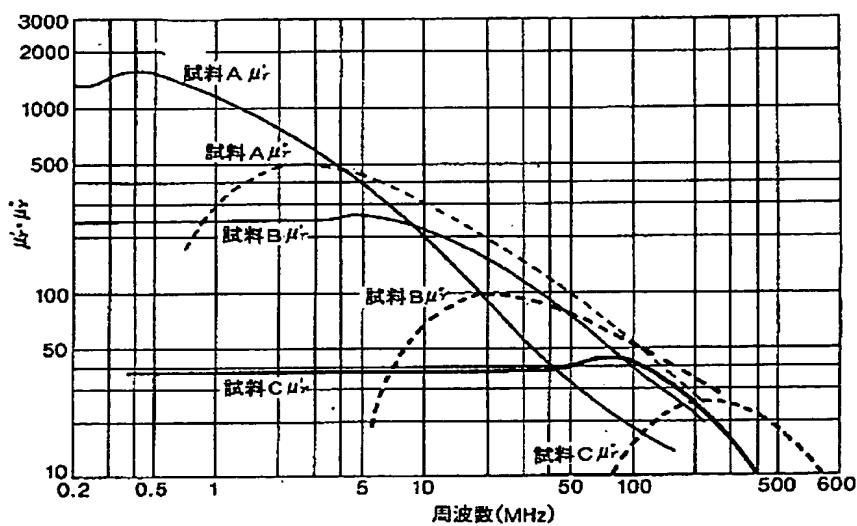


【図16】



試験用コンデンサの周波数特性

【図17】

フェライトの複素比透磁率 ( $\mu_r - j\mu'_r$ ) の周波数特性

フロントページの続き

(72)発明者 佐々木 寿規

東京都中央区日本橋一丁目13番1号ティーディーケイ株式会社内

(72)発明者 赤地 義昭

東京都中央区日本橋一丁目13番1号ティーディーケイ株式会社内